

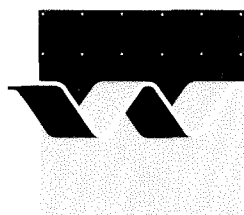
Kwaliteit van de waterbodem in de Zeeschelde en Westerschelde

Resultaten van de bemonstering in januari en februari 1993

H. N. Kerdijk

Kort verslag veldonderzoek

Juli 1993



waterloopkundig laboratorium | WL

Inhoud

Lijst van Tabellen	L — 1
Lijst van Figuren	L — 1
Samenvatting	S — 1
1 Inleiding	1 — 1
2 Monsternamen en voorbereiding van de monsters	2 — 1
3 Eigenschappen waarop de monsters zijn onderzocht en analysemethoden	3 — 1
3.1 Uitgevoerde analyses	3 — 1
3.2 Interne kwaliteitscontrole analyses	3 — 2
4 Resultaten van het onderzoek	4 — 1
4.1 Droge stof en fractie $< 63 \mu\text{m}$ in het totale monster	4 — 1
4.2 Granulometrische gegevens in het totale monster	4 — 1
4.3 Organische stof, gloeiverlies en aluminium in de fractie $< 63 \mu\text{m}$	4 — 4
4.4 Zware metalen in het totale monster en in de fractie $< 63 \mu\text{m}$	4 — 5
4.5 Concentraties van polychloorbifenylen (PCBs) in de monsters	4 — 9
4.6 Concentraties van organochloorbestrijdingsmiddelen (OCBs)	4 — 11
4.7 Concentraties van minerale olie en EOX	4 — 11
4.8 Concentraties van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs)	4 — 12
5 Ontwikkeling kwaliteit waterbodem in de jaren '90 t/m '93	5 — 1
6 Referenties	6 — 1

Lijst van Tabellen

- Tabel 2.1 Monsterlokaties, nummering, bemonsteringsdatum en droge stofgehalte en percentage $< 63 \mu\text{m}$ van het totale monster.
- Tabel 3.1 Betrouwbaarheid van de analyses aan de hand van gegevens van het standaardmonster STM. Gehaltes zware metalen in mg/kg, Al in %, overige in $\mu\text{g/kg}$.
- Tabel 4.1 Droge stof, fractie $< 63 \mu\text{m}$ en granulometrie van het totale monster.
- Tabel 4.2 Organische stof, gloeiverlies en aluminium in de fractie $< 63 \mu\text{m}$.
- Tabel 4.3 Concentraties van zware metalen.
- Tabel 4.4 Concentraties aan PCBs (gehaltes in $\mu\text{g/kg}$).
- Tabel 4.5 Concentraties organochloorbestrijdingsmiddelen (OCB's) (gehaltes in $\mu\text{g/kg}$).
- Tabel 4.6 Concentraties minerale olie en EOX (gehaltes in mg/kg).
- Tabel 4.7 Concentraties aan PAKs (gehaltes in $\mu\text{g/kg}$).

Lijst van Figuren

- Figuur 2.1 Situering monsterpunten.
- Figuur 4.1 Fractie $< 63 \mu\text{m}$ in het totale monster.
- Figuur 4.2 Relatie tussen fractie $< 63 \mu\text{m}$ en droge stof.
- Figuur 4.3 Relatie van de fractie $< 2 \mu\text{m}$ (a), CaCO_3 (b) en organische stof (d) met de fractie $< 63 \mu\text{m}$; relatie tussen organische stof en $< 2 \mu\text{m}$ (c).
- Figuur 4.4 Verloop van de verhouding van de metalen arseen, cadmium, koper en chroom en het aluminiumgehalte in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ in de jaren '90, '92 en '93.
- Figuur 4.5 Verloop van de verhouding van de metalen kwik, nikkel, lood en zink en het aluminiumgehalte in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ in de jaren '90, '92 en '93.
- Figuur 4.6 Verloop van de genormeerde gehalten van enkele PCBs, gemeten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$, in de jaren '90 t/m '93.
- Figuur 4.7 Verloop van de genormeerde gehalten van enkele PAKs, gemeten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$, in de jaren '90 t/m '93.

Samenvatting

In januari en februari 1993 is een inventarisatie gehouden naar de gehalten van zware metalen en organische microverontreinigingen in de waterbodem van de Zeeschelde en Westerschelde. De analyses zijn uitgevoerd in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ van 14 lokaties en in het totale monster van 6 lokaties. Het onderzoek was ongeveer analoog aan dat in de jaren 1990 t/m 1992.

In het algemeen nemen de concentraties van microverontreinigingen af in de richting van de Noordzee, als gevolg van een toename van het aandeel van relatief schoon marien sediment in de waterbodem in dezelfde richting. Ten opzichte van de concentraties in hun omgeving zijn relatief hoge concentraties gemeten van arseen, koper en lood op de drempel van Hansweert; van kwik op de drempel van Bath; van koper op de drempel van Krankeloo; en van PAKs nabij Terneuzen en Bath.

De resultaten van de analyses aan de monsters van 1993 zijn vergeleken met die van voorgaande jaren aan de hand van de verhouding met aluminium voor wat betreft de metalen en de verhouding met organische stof voor wat betreft de organische microverontreinigingen. Sinds 1990 is het gehalte van kwik en benz(a)pyreen en in iets mindere mate ook van benz(b)fluorantheen in sediment van de Zeeschelde gedaald. Op alle lokaties was het nikkelgehalte in 1990 hoger dan in latere jaren. De concentraties van de overige elementen en verbindingen zijn over de periode van 4 jaar redelijk constant gebleven. Lokaal is de kwaliteit van het sediment nabij de drempel van Frederik (vrijwel alle verontreinigingen) en ter hoogte van Terneuzen (PAKs) tussen 1992 en 1993 verbeterd.

1 Inleiding

Sinds 1989 wordt in een samenwerkingsverband van de Nederlandse en Belgische overheid jaarlijks onderzoek verricht naar de chemische kwaliteit van de waterbodem in de Zeeschelde en Westerschelde. De waterbodem monsters worden alle door het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie in Brussel (IHE) geanalyseerd, terwijl een deel bovendien door het Waterloopkundig Laboratorium in Haren (WL) geanalyseerd wordt.

In januari en februari 1993 zijn in de Zeeschelde en Westerschelde 30 sedimentmonsters genomen. Van veertien monsters is door WL de fractie $< 63 \mu\text{m}$ geanalyseerd op zware metalen en organische microverontreinigingen, terwijl van zes lokaties ook de gehalten in het uitgangsmateriaal zijn bepaald. De opdracht voor het onderzoek is verleend door de directie Zeeland van Rijkswaterstaat middels een brief van 21 april 1993, kenmerk 3855. Het overeenkomstnummer is ZL3678.

In dit verslag komen kort aan de orde:

- waar, hoe en wanneer de monsters zijn genomen en welke voorbewerking ze hebben ondergaan (hoofdstuk 2);
- op welke parameters de monsters zijn onderzocht en welke analysemethoden daarbij zijn gebruikt (hoofdstuk 3);
- in hoofdstuk 4 zijn de resultaten van het onderzoek weergegeven, inclusief een vergelijking tussen de gehalten op de diverse lokaties;
- een vergelijking van de concentraties in het sediment in 1993 en voorgaande jaren is gegeven in hoofdstuk 5.

Het onderzoek is uitgevoerd door Grietje Nummerdor, Wiesje Sipkema, Borgert Vrieling en Henk Wijkstra. Het onderzoek stond onder leiding van Harm Kerdijk, die tevens het verslag samenstelde. De kwaliteitscontrole ten aanzien van de rapportage is verzorgd door Johannes Smits.

2 Monsternamen en voorbereiding van de monsters

In januari en februari 1993 zijn op 30 lokaties in de Zeeschelde en Westerschelde tussen Krankeloon en de Sluissche Hompels monsters van de waterbodem genomen. De ligging van de lokaties is aangegeven in Figuur 2.1, waarbij de 14 lokaties van de monsters die door WL zijn geanalyseerd apart zijn aangegeven. Tabel 2.1 toont een omschrijving en de codering van de door WL geanalyseerde 63 μm - en totaal-monsters. Door het IHE zijn de totaal-monsters van alle lokaties en de 63 μm -monsters van de niet door WL geanalyseerde monsters onderzocht; vijf van de 63 μm -monsters zijn door beide laboratoria geanalyseerd. Dit rapport beperkt zich verder tot de WL-analyses.

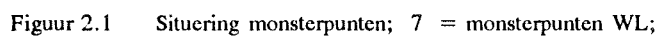
Per monsterpunt zijn met een van Veen-happer 6 monsters genomen, welke zijn gemengd tot een mengmonster, dat als representatief voor een bepaald baggergebied kan worden beschouwd. Van het mengmonster is tussen 1 en 3 liter sediment in glazen potten van 1 liter gedaan en naar het laboratorium van WL in Haren gebracht. Aldaar is het sediment van elke lokatie gehomogeniseerd. Van het homogene monster is een klein gedeelte afgenomen. Van deze hoeveelheid is de fractie $< 63 \mu\text{m}$ bepaald door middel van nat zeven over een 63 μm Nytril TI filter.

De rest van de monsters die door WL zijn onderzocht (14 stuks; bovenste deel Tabel 2.1) is gesplitst. Een deel is gedroogd bij 30 °C en bewaard ten behoeve van de analyses in het totale monster. Van een ander deel is de fractie $< 63 \mu\text{m}$ afgescheiden eveneens door middel van nat zeven. Daarvoor is zoveel van het uitgangsmateriaal genomen dat er voldoende van de fractie $< 63 \mu\text{m}$ afgescheiden kon worden om alle analyses in deze fractie uit te kunnen voeren. In enkele gevallen was van het uitgangsmateriaal het percentage aan deeltjes $< 63 \mu\text{m}$ zo gering dat niet voldoende van deze fractie verzameld kon worden (zie verder paragraaf 3.1). De fracties $< 63 \mu\text{m}$ zijn gedroogd bij 30 °C en bewaard voor analyse.

Van de monsters die voor IHE waren bestemd (onderste gedeelte Tabel 2.1) is, analoog aan hetgeen hierboven is beschreven, de fractie $< 63 \mu\text{m}$ afgescheiden. Deze fracties zijn gedroogd bij 30 °C en vervolgens naar IHE verstuurd.

Tabel 2.1 Monsterlokaties, nummering, bemonsteringsdatum en droge stofgehalte en percentage < 63 µm van het totale monster.

nummering totale monster lok IB/WL nr.	Omschrijving monsters	Datum monster- name	droge stof %	< 63 µm %	nummering fracties <63 µm IB/WL
Monsters die door WL zijn geanalyseerd					
GO 407	1 Sluissche Hompels	08-02-93	76.0	13.3	* GO 421
GO 408	3 Dr. van Borsselle - Rood	01-02-93	80.0	1.44	GO 422
GO 409	4 Terneuzen	01-02-93	80.5	2.76	GO 423
GO 410	7 Dr. van Hansweert - afw. boei 51	10-02-93	83.5	0.06	GO 424
GO 411	10 Pl. van Valkenisse, omg. boei 52	11-02-93	82.6	0.38	GO 425
GO 412	14 Dr. van Valkenisse - schaarboei	10-02-93	82.6	1.04	GO 426
GO 413	15 Dr. van Bath - afw. boei 70	11-02-93	82.4	0.50	GO 427
GO 414	17 Dr. van Zandvliet - Rood	13-01-93	71.9	17.7	* GO 428
GO 415	19 Geul Zandvliet/Berendrechtsluis	14-01-93	31.4	96.5	* GO 429
GO 416	22 Dr. van Frederik - Rood	12-01-93	72.0	15.6	GO 430
GO 417	24 Dr. van Lillo - Groen	12-01-93	60.2	37.8	GO 431
GO 418	25 Geul Boudewijn/v.Cauwelaertsluis	12-01-93	33.8	92.9	* GO 432
GO 419	28b Geul Kallosluis - midden	12-01-93	28.0	91.0	* GO 433
GO 420	29 Dr. van Krankeloon - Rood	12-01-93	79.3	1.69	GO 434
Dr. = drempel Pl. = plaat afw. = afwaarts omg. = omgeving					
*) Monsters waarvan de fractie < 63µm ook door het IHE is geanalyseerd					
lok. nr.	Omschrijving monsters	Datum monster- name	droge stof %	< 63 µm %	nummering fracties <63 µm IB/WL
63 µm-monsters die door IHE zijn geanalyseerd					
1	Sluissche Hompels	08-02-93	76.0	13.3	* GO 421
2	Dr. van Borsselle - Groen	01-02-93	83.0	0.32	GO 435
5	Overloop Hansweert afw.	09-02-93	82.4	0.08	GO 436
6	Overloop Hansweert opw.	09-02-93	81.7	0.96	GO 437
8	Dr. van Hansweert - opw. boei 51	08-02-93	82.8	0.27	GO 438
9	Walsoorden	11-02-93	81.3	2.41	GO 439
11	Pl. van Valkenisse, omg. boei 56	10-02-93	81.3	0.27	GO 440
12	Pl. van Valkenisse, omg. boei 60	10-02-93	81.7	0.10	GO 441
13	Dr. van Valkenisse, omg. boei 64	11-02-93	82.6	0.17	GO 442
16	Dr. van Bath - opw. boei 70	11-02-93	62.6	35.6	GO 443
17	Dr. van Zandvliet - Rood	13-01-93	71.9	17.7	* GO 428
18	Dr. van Zandvliet - Groen	13-01-93	75.1	13.6	GO 444
19	Geul Zandvliet/Berendrechtsluis	14-01-93	31.4	96.5	* GO 429
20	Rand plaat van Doel	14-01-93	73.2	17.0	GO 445
21	Dr. van Frederik - Groen	12-01-93	72.4	19.3	GO 446
23	Dr. van Lillo - Rood	12-01-93	67.6	22.0	GO 447
25	Geul Boudewijn/v.Cauwelaertsluis	12-01-93	33.8	92.9	* GO 432
26	Pl. en Dr. van de Parel - Rood	11-01-93	62.3	28.2	GO 448
27	Pl. en Dr. van de Parel - Groen	11-01-93	61.0	34.3	GO 449
28b	Geul Kallosluis - midden	12-01-93	28.0	91.0	* GO 433
30	Dr. van Krankeloon - Groen	13-01-93	78.1	0.95	GO 450
Dr. = drempel Pl. = plaat afw. = afwaarts opw. = opwaarts omg. = omgeving					
*) Monsters waarvan de fractie < 63µm ook door WL is geanalyseerd					



3 Eigenschappen waarop de monsters zijn onderzocht en analysemethoden

3.1 Uitgevoerde analyses

Onderstaand is aangegeven op welke parameters de monsters zijn onderzocht. Achter elke parameter is het principe van de analysemethode aangegeven. Allereerst komen aan bod de analyses die alleen in het totale monster zijn uitgevoerd; nadien de analyses die in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ van alle 14 monsters en in het totale monster van een zestal lokaties zijn uitgevoerd.

A In alleen het uitgangsmateriaal:

- droge stof door middel van drogen in een oven bij 105°C .
- $\% < 2$ en $\% < 16 \mu\text{m}$ met behulp van de massa-pipetmethode, na oxydatie van organische stof met waterstofperoxyde, verwijdering CaCO_3 met behulp van zoutzuur en toevoeging peptisatiemiddel.
- CaCO_3 door middel van meting volume CO_2 dat vrijkomt na toevoegen zoutzuur.
- Organische stof door middel van titratie overmaat toegevoegd bichromaat met Mohr's zout.
- Gloeiverlies; door middel van gloeien bij 850°C .

B In de fractie $< 63 \mu\text{m}$ van alle lokaties en in het totale monster van de lokaties 1, 4, 17, 19, 25 en 28b:

- As, Cr, Cu, Ni en Zn; eerst ontsluiting volgens NEN 6447, meting As met behulp van hydride-AAS, meting Ni met vlam-AAS na complexatie met NaDDC en extractie met MIBK, meting Cr, Cu en Zn met vlam-AAS.
- Cd en Pb; ontsluiting volgens NEN 6445, complexering met NaDDC, extractie met MIBK en meting met vlam-AAS.
- Hg; ontsluiting volgens NEN 6464, reductie met SnCl_2 en meting met kwartscuvet-AAS.
- Al, spectrofotometrisch na destructie volgens NEN 6447.
- Een 8-tal PCB-congeneren: PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 170 en 180; extractie met benzeen/hexaan (1:2), ontzwaveling, fractionering en meting met GC met ECD detector.
- Een 18-tal organochloorbestrijdingsmiddelen (OCB's): HCH's, HCBu, QCB, HCB, DDT en derivaten, aldrin, dieldrin, endrin, heptachloor en -epoxide, a-endosulfan en octachloorstyreen (OCS); methode als beschreven voor de PCB's.
- Een 15-tal PAK-verbindingen: acenaftteen (AceN), naftaleen (Naft), acenaftyleen (AceNaft), fluoreen (Flu), fenantreen (Fen), antraceen (Ant), fluorantheen (FluA), pyreen (Pyr), benz(a)antraceen (BaA), chryseen (Chry), benz(b)- en benz(k)fluorantheen (BbF, BkF), benz(a)pyreen (BaP), benz(ghi)peryleen (BgP) en indeno(123,cd)-pyreen (IndP); extractie met benzeen/hexaan (1:2), meting met HPLC met een UV-VIS en een fluorescentie detector.
- Minerale olie; extractie met tetra en meting met IR.
- EOX; extractie met petroleumether en meting met microcoulorimeter.

3.2 Interne kwaliteitscontrole analyses

Tijdens de analyse van de waterbodem monsters op microverontreinigingen is ten behoeve van de interne kwaliteitscontrole twee keer een submonster van een bij WL in gebruik zijnd standaardmonster meegeanalyseerd. Dit monster is in 1984 genomen in de monding van de Botlekhaven, wordt bij elke serie meegenomen en wordt verder aangeduid met STM. In Tabel 3.1 is in kolom 2 het gemiddelde analyse resultaat van de tijdens dit onderzoek onderzochte submonsters STM vermeld. In de kolommen 3, 4, 5 en 6 zijn de volgende gegevens van de over de periode juli 1991 t/m mei 1993 geanalyseerde submonsters STM vermeld: aantal (N), gemiddeld analyse resultaat (gem), standaardafwijking (std) en relatieve standaardafwijking (relstd). Uit Tabel 3.1 blijkt dat het gemiddelde van de tijdens dit onderzoek geanalyseerde submonsters STM dichtbij de gemiddelden over een langere periode liggen. De relatieve standaardafwijking is voor de metaalanalyses het geringst en voor de OCBs het grootst.

Tabel 3.1 Betrouwbaarheid van de analyses aan de hand van gegevens van het standaardmonster STM. Gehaltes zware metalen in mg/kg, Al in %, overige in µg/kg. N = aantal; gem = gemiddelde; std = standaarddeviatie; relstd = relatieve standaarddeviatie.

element/ verbinding	dit onderzoek		gegevens periode juli'91-mei'92			
	N	gem	N	gem	std	relstd %
Al	2	5.12	20	5.14	0.08	2
As	2	51.8	20	50.2	3.4	7
Cd	2	12.0	24	12.3	0.6	5
Cr	2	360	24	372	31	8
Cu	2	179	24	180	12	6
Hg	2	5.7	20	5.4	0.42	8
Ni	2	63.3	24	65.3	3.3	5
Pb	2	293	24	298	9	3
Zn	2	981	24	977	55	6
<u>PCBs</u>						
PCB28	3	33	32	41	9	22
PCB52	3	25	32	29	5.1	18
PCB101	3	29	32	30	3.3	11
PCB118	3	21	32	22	2.7	12
PCB153	3	28	32	29	2.4	8
PCB138	3	28	32	30	2.6	9
PCB180	3	16	32	16	1.1	7
PCB170	3	8.1	32	9.6	1.2	12
<u>OCBs</u>						
HCBu	2	3.7	10	3.4	1.0	29
QCB	2	6.5	32	6.7	1.6	23
HCB	2	29	32	33	6.8	21
heptaCl	2	3.5	24	3.1	0.7	21
hepo	2	<1	18	<1		
a-HCH	2	<1	18	<1		
b-HCH	2	8	18	15	9	63
c-HCH	2		14	5	3	61
aldrin	2	7.3	24	7.2	1.9	26
dieldrin	2	1.4	18	1.8	1.3	72
endrin	2	1.1	18	1.5	0.9	63
op-DDD	2	13	14	15	2.9	20
op-DDE	2	0.5	18	1.0	0.6	60
pp-DDE	2	6.3	24	6.8	1.6	24
op-DDT			14	1.2	1.5	124
pp-DDT	2	1.3	18	2.3	1.3	56
a-Endos	2	<1	18	<1		
OCS	2	7.1	10	6.7	1.3	19
<u>PAKs</u>						
Acen	3	244				
AceNtyl	3	24	6	20	5	17
Naft	3	146	20	161	94	58
Flu	3	75	20	50	17	35
Fen	3	544	33	563	55	10
Ant	3	133	33	154	22	14
FluA	3	1041	33	1119	133	12
Pyr	3	704	33	754	97	13
BaA	3	541	33	520	73	14
Chry	3	547	33	544	79	15
BbF	3	744	33	822	97	12
BkF	3	295	33	315	53	17
BaP	3	398	33	409	56	14
BgP	3	637	33	608	110	18
IndP	3	490	33	520	60	12

4 Resultaten van het onderzoek

4.1 Droge stof en fractie <63 µm in het totale monster

De percentages droge stof en <63 µm in het totale monster zijn vermeld in Tabel 4.1. In Figuur 4.1 is het percentage <63 µm op de 30 lokaties grafisch weergegeven. De monsters genomen nabij de sluizen bevatten zeer slibrijk materiaal. Tussen de plaat en drempel van de Parel (lokatie 26/27) en de drempel van Zandvliet (17/18) is het aandeel van de fractie <63 µm geringer. In de Westerschelde bestaat de waterbodan overwegend uit zandig materiaal. Alleen ter hoogte van de Sluissche Hompels is nog relatief slibrijk materiaal aangetroffen. In Figuur 4.2 is het verband weergegeven tussen het percentage <63 µm en het droge stofgehalte. Er bestaat een lineair verband tussen beide parameters. Met behulp van lineaire regressie is de volgende vergelijking afgeleid:

$$(\% < 63 \mu\text{m}) = 147 - 1.794 * (\% \text{droge stof}) \quad (4.1)$$

De correlatiecoëfficiënt r^2 van deze vergelijking is 0.988.

Tabel 4.1 Droge stof, fractie <63µm en granulometrie van het totale monster.

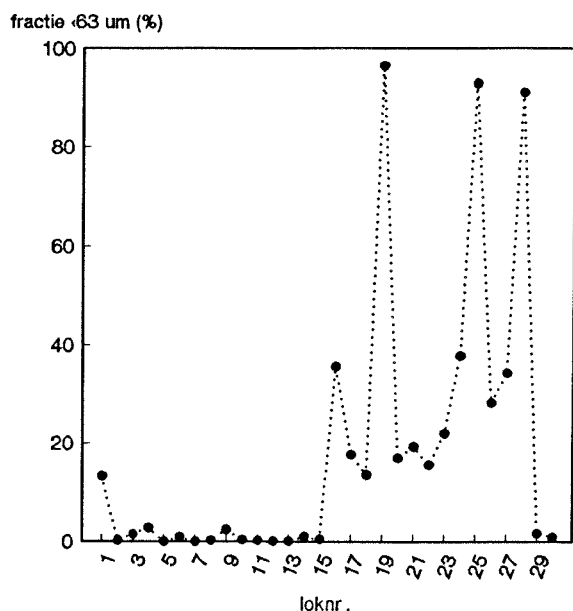
Nr. IB/wl.	Nr.en naam lokatie	droge stof			gloeiverl.		gloeiverl. org stof	(textuur)		
		%	< 63 µm	CaCO ₃ %	600°C %	850°C %		<2 µm	<16 µm	%
GO 407	1 Sl.Hom	76.0	13.3	15.8	2.0	8.1	0.65	4.5	5.9	
GO 408	3 D Bors	80.0	1.44	4.2			0.18	3.2	4.1	
GO 409	4 Tern	80.5	2.76	7.3	1.7	4.9	0.36	2.4	2.7	
GO 410	7 D Hans	83.5	0.06	1.7			0.07	1.8	2.4	
GO 411	10 P Valk	82.6	0.38	3.7			0.10	2.7	3.0	
GO 412	14 D Valk	82.6	1.04	2.6			0.11	2.2	2.5	
GO 413	15 D Bath	82.4	0.50	2.6			0.10	1.7	2.0	
GO 414	17 D Zand	71.9	17.7	8.9	2.6	6.0	1.27	5.4	6.8	
GO 415	19 Z/B sl	31.4	96.5	15.9	13.1	16.4	8.39	31.4	47.7	
GO 416	22 D Fred	72.0	15.6	7.2			1.18	5.6	7.5	
GO 417	24 D Lill	60.2	37.8	11.7			3.09	11.0	15.5	
GO 418	25 B/C sl	33.8	92.9	14.8	12.8	16.1	8.43	28.0	42.4	
GO 419	28bK sl m	28.0	91.0	14.1	13.8	17.2	8.81	27.3	41.6	
GO 420	29 D Kran	79.3	1.69	4.4			0.28	5.0	5.9	

4.2 Granulometrische gegevens in het totale monster

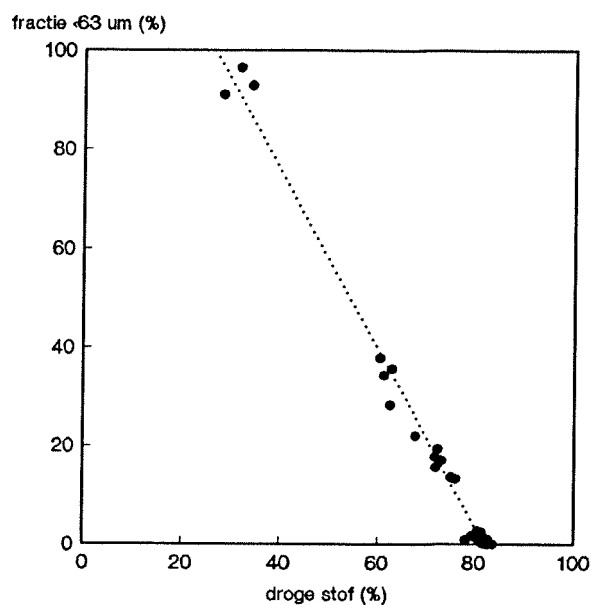
De in deze paragraaf te behandelen parameters zijn gemeten ter verdere algemene karakterisering van de monsters. Het aandeel van de fijne fracties in de 14 door WL geanalyseerde waterbodan monsters, het gloeiverlies en de gehaltes van CaCO₃ en organische stof zijn vermeld in Tabel 4.1. In de zeer zandige monsters is de fractie <2 en <16 µm, zoals bepaald met de massa-pipetmethode, hoger dan de fractie <63 µm, zoals bepaald door middel van nat zeven. Dit moet worden toegeschreven aan het verschil in bepalingmethode. Het verschil is zichtbaar gemaakt in Figuur 4.3a, waarin de fractie <2 µm is uitgezet tegen de fractie <63 µm. De regressielijn in de figuur snijdt de Y-as in het positieve deel. De regressielijn voldoet aan de vergelijking:

$$(\% < 2 \mu\text{m}) = 1.838 + 0.285 * (\% < 63 \mu\text{m}) \quad (4.2)$$

De correlatiecoëfficiënt r^2 is gelijk aan 0.987.



Figuur 4.1 Fractie <63µm in
totale monster



Figuur 4.2 Relatie tussen fractie
<63 µm en droge stof

De fractie <2 µm is in de zandige monsters ongeveer 80% van de fractie <16 µm. In de zeer slibrijke monsters is dit percentage 66%.

Het CaCO₃ gehalte neemt (niet-lineair) toe met het percentage <63 µm (zie Figuur 4.3b). In de monsters, genomen op de meest stroomafwaarts gelegen lokaties is het kalkgehalte relatief hoog. Nabij de Sluissche Hompels is het CaCO₃ gehalte 15%, hetgeen even hoog is als in de zeer slibrijke monsters in de Zeeschelde.

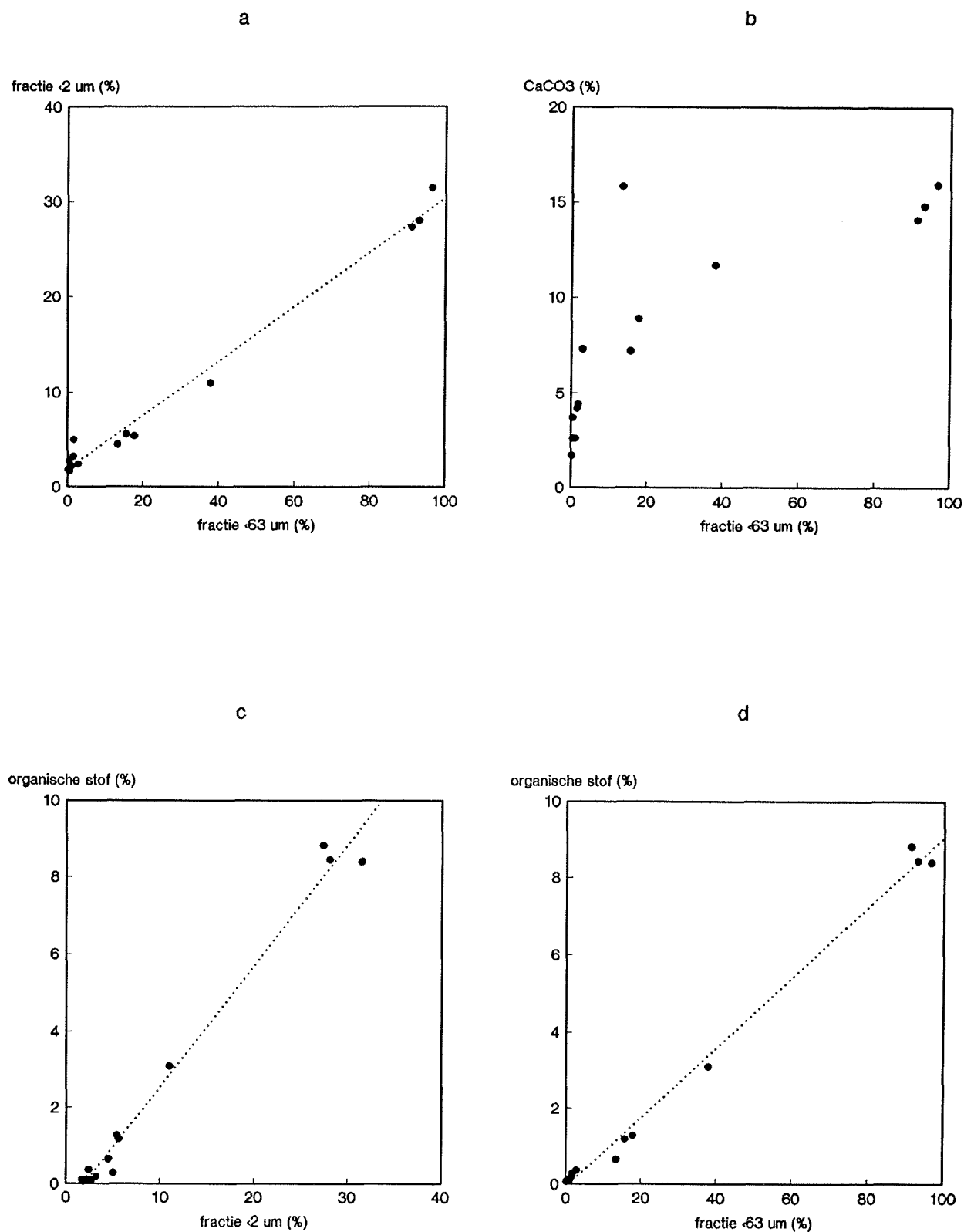
Het organische stofgehalte neemt toe naarmate het aandeel van de fijne fracties toeneemt. Het verband tussen het organische stofgehalte en de fracties <2 µm en <63 µm is lineair, zoals aangegeven in de Figuren 4.3c en 4.3d. De in de figuren ingetekende regressielijnen voldoen aan de volgende vergelijkingen:

$$(\% \text{organische stof}) = -0.62 + 0.315 * (\% < 2 \mu\text{m}) \quad (4.3)$$

$$(\% \text{organische stof}) = -0.067 + 0.091 * (\% < 63 \mu\text{m}) \quad (4.4)$$

De waarden voor r^2 zijn respectievelijk 0.985 en 0.991.

De waarde voor de asafsnede in vergelijking (4.4) geeft aan dat het organische stofgehalte in zand praktisch 0 is.



Figuur 4.3 Relatie van de fractie <2 μm (a), CaCO_3 (b) en organische stof (d) met de fractie <63 μm ; relatie tussen organische stof en <2 μm (c).

Het gloeiverlies is eerst bepaald bij 600 °C, vervolgens is doorgegloeid bij een temperatuur van 850 °C. Een vergelijking van het gloeiverlies met het organische stofgehalte laat zien dat reeds bij 600 °C een deel van het CaCO₃ ontleedt. Bij 850 °C is de ontleding compleet. Uit het gloeiverlies bij 850 °C kan het organische stofgehalte berekend worden met vergelijking 4.5:

$$\text{ORGST} = \text{GLV} - 0.44 * (\% \text{CaCO}_3) - 0.06 * (\% < 16\mu\text{m}) \quad (4.5)$$

waarin:

$$\text{ORGST} = \text{berekend gehalte aan organische stof} \quad (\%)$$

$$\text{GLV} = \text{gloeiverlies} \quad (\%)$$

De overeenkomst tussen het volgens de bichromaatmethode bepaalde organische stofgehalte en uit het gloeiverlies berekende organische stofgehalte is redelijk. Met behulp van lineaire regressie is vergelijking (4.6) afgeleid:

$$(\% \text{ organische stof}) = 1.24 * \text{ORGST} - 0.72 \quad (4.6)$$

De correlatiecoëfficiënt van deze vergelijking is $r^2 = 0.97$.

Opgemerkt moet worden dat de regressie is gebaseerd op slechts 6 waarnemingen.

4.3 Organische stof, gloeiverlies en aluminium in de fractie < 63 µm

Organische stof is een belangrijke parameter in verband met de binding van organische microverontreinigingen en zal in het verdere verslag worden gebruikt voor de vergelijking van de concentraties van deze stoffen in tijd en ruimte. Het gloeiverlies is bepaald ter vergelijking met organische stof. Ten behoeve van de vergelijking van gehalten van zware metalen in tijd en ruimte is aluminium bepaald. De resultaten van de analyses van de fracties < 63 µm op organische stof, gloeiverlies en aluminium zijn gegeven in Tabel 4.2.

Het organische stofgehalte neemt in de richting van de Noordzee af. De verschillen die tussen twee dichtbij elkaar gelegen lokaties aanwezig zijn, hangen samen met de variatie in de korrelgrootteverdeling binnen de fractie < 63 µm (Kerdijk 1992).

Het gloeiverlies bij 850 °C varieert tussen 13.5 en 18%. In tegenstelling tot het organische stofgehalte, verschilt in de Zeeschelde het gloeiverlies niet significant van dat nabij de monding van de Westerschelde. De reden hiervan is het verschil in CaCO₃-gehalte in rivieren en zeed sediment. Uit metingen in het verleden (Salomons en Kerdijk 1981) is geschat dat in de fractie < 63 µm van het sediment ter hoogte van Sluissche Hompels het CaCO₃-gehalte circa 25% is en in het sediment ter hoogte van Krankeloon circa 15%. Het aandeel van de ontleding van CaCO₃ in het gloeiverlies neemt derhalve toe in stroomafwaartse richting. Bij gelijkblijvend gloeiverlies over het gehele traject tussen Krankeloon en Sluissche Hompels (Tabel 4.2) betekent dit dat de bijdrage van organische stof in het gloeiverlies in dezelfde richting afneemt.

Hoewel dus, vanwege het ontbreken van metingen van CaCO_3 en het percentage $< 16 \mu\text{m}$ in de fracties $< 63 \mu\text{m}$, een exacte berekening van organische stof uit het gloeiverlies niet mogelijk is, kan wel gesteld worden dat de resultaten van de analyses van organische stof en gloeiverlies met elkaar overeenkomen.

Evenals het organische stofgehalte, en om dezelfde reden als bij de bespreking van het organische stofgehalte aan het begin van deze paragraaf is gegeven, is het aluminiumgehalte in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ van dichtbij elkaar gelegen lokaties niet gelijk. Een duidelijk verschil in gehalte in rivier- en zeesediment, ofwel stroomopwaarts en -afwaarts is niet aanwezig.

Tabel 4.2 Organische stof, gloeiverlies en aluminium in de fractie $< 63 \mu\text{m}$

Nr. IB/wl	Nr. en naam lokatie	gloeiverlies 600 °C %	gloeiverlies 850 °C %	org. stof %	Al %
GO 421	1 Sl.Hom	7.6	17.2	3.04	2.86
GO 422	3 D Bors	8.3	16.2	3.44	3.30
GO 423	4 Tern	9.0	17.7	4.92	4.04
GO 424	7 D Hans			3.34	3.51
GO 425	10 P Valk	7.8	13.6	3.08	3.73
GO 426	14 D Valk	7.9	13.8	4.00	3.61
GO 427	15 D Bath	10.2	15.9	5.92	4.05
GO 428	17 D Zand	9.0	14.5	5.46	2.92
GO 429	19 Z/B sl	12.9	17.8	8.32	4.28
GO 430	22 D Fred	10.3	15.3	6.40	3.51
GO 431	24 D Lill	11.1	16.0	6.83	3.57
GO 432	25 B/C sl	13.6	17.8	8.41	4.02
GO 433	28bK sl m	12.9	17.7	8.84	4.20
GO 434	29 D Kran	10.2	14.7	7.02	3.62

4.4 Zware metalen in het totale monster en in de fractie $< 63 \mu\text{m}$

De resultaten van de analyses op metalen zijn vermeld in Tabel 4.3. In de tabel zijn verder ter informatie nog weer de gehalten van $< 2 \mu\text{m}$, organische stof en aluminium gegeven. In het totale monster van de lokaties met een zandige waterbodembodem (lokatie 1, 4 en 17) zijn de metaalgehalten met uitzondering van arseen veel lager dan in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ van deze monsters. Voor de slibrijke monsters komen de gehalten in het totale monster zoals verwacht goed overeen met die in de fractie $< 63 \mu\text{m}$.

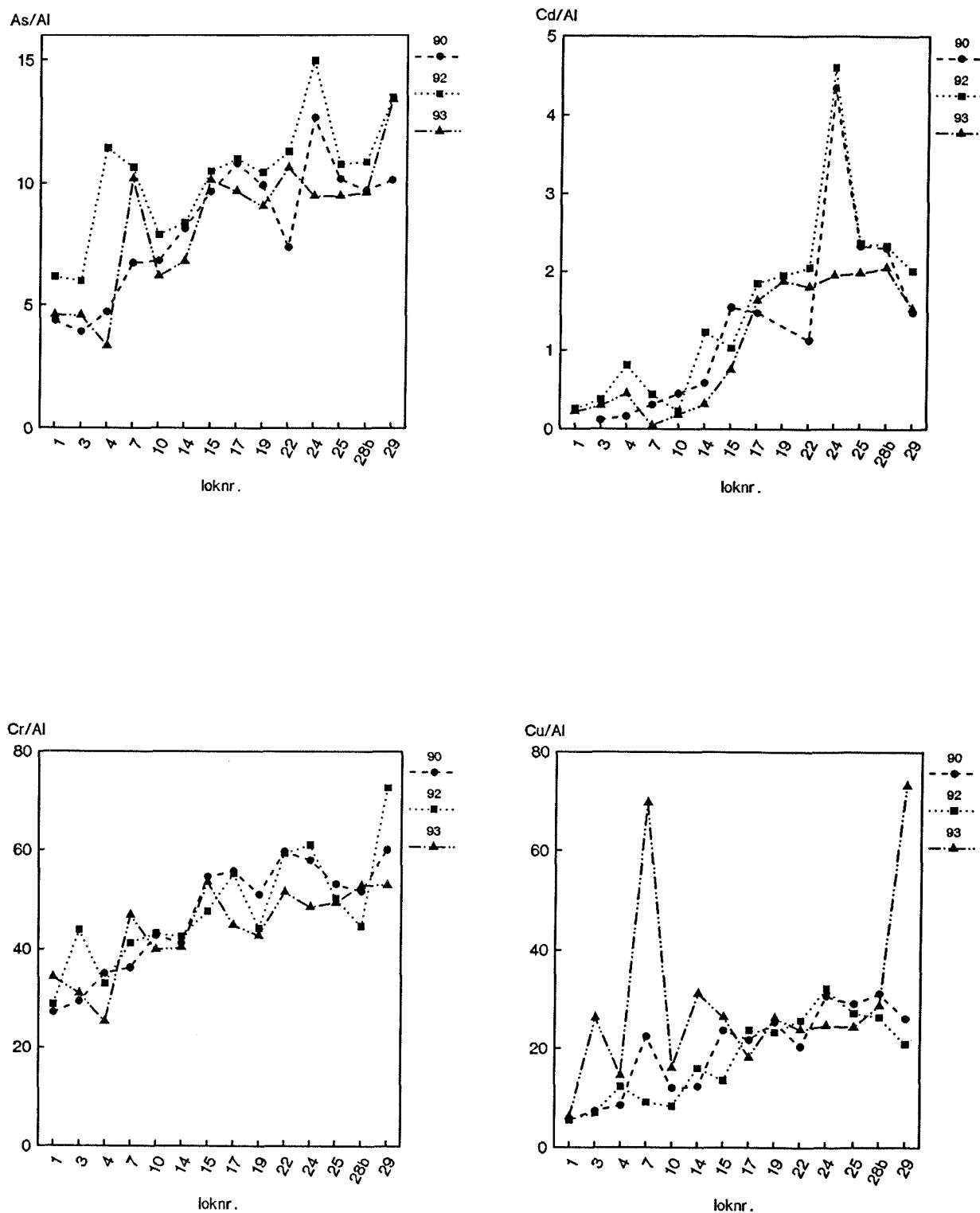
In de fractie $< 63 \mu\text{m}$ nemen de gehalten in de richting van de Noordzee aanzienlijk af. Om de verschillen in gehalten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ ten gevolge van verschillen in korrelgrootteverdeling binnen deze fractie te elimineren, zijn de metaalgehalten gedeeld door het aluminiumgehalte. Aluminium is een conservatieve stof en een goede maat voor de granulometrische samenstelling (Kerdijk 1990). In de Figuren 4.4 en 4.5 zijn met driehoekjes de metaal/Al verhoudingen grafisch weergegeven. De nummering van de lokaties op de x-as komen overeen met die van Tabel 2.1 en Figuur 2.1. In de figuren zijn ook de resultaten van de bemonsteringen in de jaren 1990 en 1992 weergegeven, waarop in hoofdstuk 5 wordt ingegaan.

Tabel 4.3 Concentraties van zware metalen

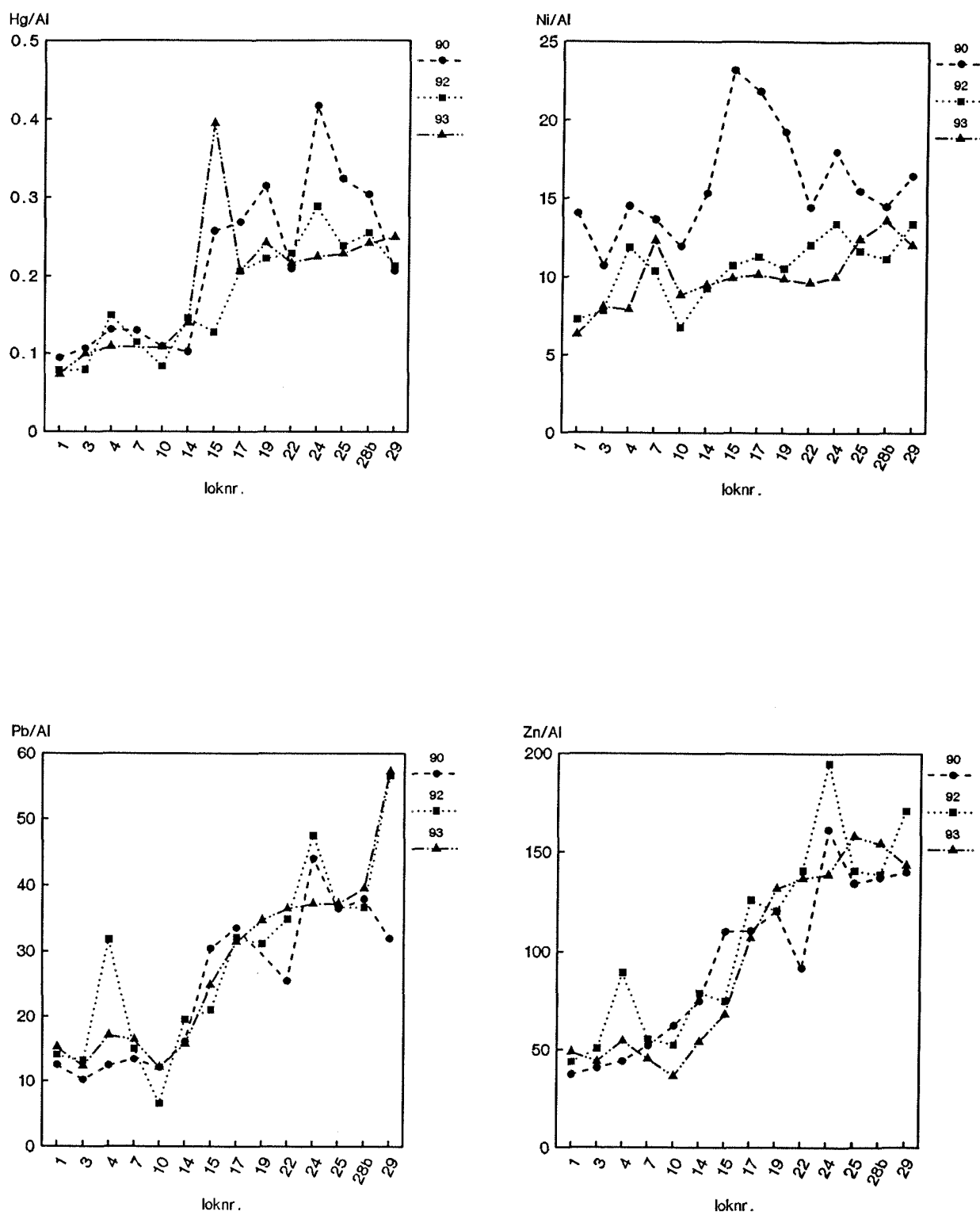
nr. IB/wl	nr. en naam lokatie	orgst %	<2µm %	Al %	As	Cd	Cr	Cu	Hg mg/kg	Ni	Pb	Zn
Concentraties in het totale monster:												
GO 407	1 Sl.Hom	0.65	4.5	0.66	13.0	0.19	22.2	5.05	0.038	5.45	13.8	35.3
GO 409	4 Tern	0.36	2.4	0.43	13.4	0.12	17.7	3.93	0.020	3.54	10.6	60.9
GO 414	17 D Zand	1.27	5.4	0.90	10.6	1.2	54.6	10.1	0.12	8.90	22.0	104
GO 415	19 Z/B sl	8.39	31.4	4.46	38.3	9.1	186	108	0.93	42.7	154	535
GO 418	25 B/C sl	8.43	28.0	3.92	38.6	9.3	176	92.0	0.92	39.9	161	494
GO 419	28b K sl m	8.81	27.3	4.02	38.1	9.3	167	79.9	0.88	44.0	164	694
Concentraties in de fractie <63 µm:												
GO 421	1 Sl.Hom	3.04		2.86	13.1	0.62	98	18	0.21	18.0	43.5	139
GO 422	3 D Bors	3.44		3.30	15.1	0.98	102	87	0.33	26.7	40.7	145
GO 423	4 Tern	4.92		4.04	13.5	1.8	102	59	0.44	31.9	69.0	219
GO 424	7 D Hans	3.34		3.51	35.8	0.16	165	245	nb	43.3	57.6	159
GO 425	10 P Valk	3.08		3.73	23.1	0.68	149	60	0.41	33.1	45.4	136
GO 426	14 D Valk	4.00		3.61	24.4	1.1	145	112	0.50	34.2	56.7	194
GO 427	15 D Bath	5.92		4.05	41.0	3.1	217	107	1.60	40.3	100	276
GO 428	17 D Zand	5.46		2.92	28.2	4.8	131	53	0.60	29.7	91.7	312
GO 429	19 Z/B sl	8.32		4.28	38.7	8.0	183	112	1.04	42.4	149	565
GO 430	22 D Fred	6.40		3.51	37.3	6.3	181	84	0.76	33.9	128	481
GO 431	24 D Lill	6.83		3.57	33.9	7.0	173	88	0.80	35.9	133	496
GO 432	25 B/C sl	8.41		4.02	38.1	8.0	199	98	0.92	49.9	150	635
GO 433	28b K sl m	8.84		4.20	40.3	8.6	222	120	1.02	57.2	166	648
GO 434	29 D Kran	7.02		3.62	48.5	5.5	192	265	0.90	43.7	207	520

Ook uit de metaal/Al verhouding blijkt een afname van de metaalgehalten in stroomafwaartse richting, ten gevolge van een toename van het aandeel van relatief schoon sediment van mariene herkomst in de monsters. Het verloop van de gehalten als functie van de afstand is verschillend voor de diverse metalen. De afname in gehalte van chroom, koper en nikkel is zeer geleidelijk. De metalen cadmium, kwik, lood en zink laten een zeer steile afname zien over een zeer kort traject tussen lokatie 17 en 14. Dit laatste is waarschijnlijk het gevolg van het in oplossing gaan van aan de zwevende stof gebonden metalen (Salomons en Kerdijk 1981). Bovenstrooms is de Zeeschelde anaeroob en komen genoemde metalen als sulfiden voor. Verder stroomafwaarts vindt oxidatie van deze sulfiden plaats, waardoor een herverdeling van de metalen over de opgeloste en particuliere fase tot stand komt. Netto lijdt dit klaarblijkelijk tot een vrijkomen van particulier gebonden metalen.

Lokaal treden afwijkingen op van het geschetste verloop. Op lokatie 7 komen relatief hoge gehalten voor van arseen, nikkel en met name koper. Het cadmiumgehalte is er relatief laag. Op lokatie 15 is het kwikgehalte relatief hoog, terwijl op lokatie 29 relatief hoge gehalten van arseen, koper en lood zijn aangetroffen. Nader onderzoek zou moeten uitwijzen, in hoeverre sprake is van plaatselijke beïnvloeding van het sediment als gevolg van lozingen of storting van verontreinigde baggerspecie.



Figuur 4.4 Verloop van de verhouding van de metalen arseen, cadmium, koper en chroom en het aluminiumgehalte in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ in de jaren '90, '92 en '93.



Figuur 4.5 Verloop van de verhouding van de metalen kwik, nikkel, lood en zink en het aluminiumgehalte in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ in de jaren '90, '92 en '93.

4.5 Concentraties van polychloorbifenylen (PCBs) in de monsters

De resultaten van de analyses op PCBs zijn vermeld in Tabel 4.4. Ter informatie is tevens het organische stofgehalte in de monsters gegeven. Analooq aan de metalen zijn de gehalten van PCBs in het totale monster van de zandige sedimenten laag. In het totale monster van de slibrijke waterbodembodem monsters zijn de gehalten vergelijkbaar met die in de fractie <63 µm van de overeenkomstige lokaties.

Tabel 4.4 Concentraties aan PCBs (gehalten in µg/kg)

nr. IB/wl	nr. en naam lokatie	orgst %	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 153	PCB 138	PCB 180	PCB 170	som7 PCB
Gehalten in het totale monster:											
GO 407	1 Sl.Hom	0.66	0.4	0.5	0.3	0.2	0.3	0.4	0.2	0.1	2
GO 409	4 Tern	0.36	0.2	0.8	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	<.1	2
GO 414	17 D Zand	1.26	1.2	2.4	2.2	1.3	2.6	2.9	1.8	0.6	14
GO 415	19 Z/B sl	8.40	4.7	9.7	18	12	24	25	18	7.6	110
GO 418	25 B/C sl	8.43	4.9	9.5	18	13	26	26	18	7.7	116
GO 419	28bK sl m	8.81	4.1	7.0	15	11	28	28	22	9.1	114
Gehalten in de fractie < 63 micron.											
GO 421	1 Sl.Hom	3.04	1.6	1.0	1.5	1.4	2.0	2.1	1.0	0.5	11
GO 422	3 D Bors	3.44	2.4	1.9	2.8	2.2	3.9	3.8	2.0	0.9	19
GO 423	4 Tern	4.92	2.1	2.7	5.1	4.1	7.5	7.2	4.7	1.9	33
GO 424	7 D Hans	3.34									
GO 425	10 P Valk	3.08	2.7	nd	3.0	1.4	3.8	4.0	2.1	1.1	17
GO 426	14 D Valk	4.00	1.6	1.5	3.4	1.9	8.7	8.4	5.8	2.5	31
GO 427	15 D Bath	5.92	3.8	3.8	12	6.9	20	22	13	6.0	81
GO 428	17 D Zand	5.46	3.8	3.7	9.8	6.3	14	14	9.6	4.2	61
GO 429	19 Z/B sl	8.32	5.2	6.7	17	11	25	26	19	7.7	109
GO 430	22 D Fred	6.40	4.4	6.9	13	8.4	18	19	13	5.5	81
GO 431	24 D Lill	6.83	3.9	6.2	14	9.9	23	23	15	6.4	95
GO 432	25 B/C sl	8.41	4.4	6.5	17	12	24	26	18	7.7	107
GO 433	28bK sl m	8.84	5.4	7.1	18	12	27	27	19	8.6	116
GO 434	29 D Kran	7.02	3.6	3.8	15	8.8	24	25	18	7.9	98
som7PCB = PCB28+52+101+118+138+153+180											

Om de concentraties van PCBs op de diverse lokaties met elkaar te vergelijken zijn de gemeten concentraties in de fractie <63 µm omgerekend naar een standaardbodem met 10% organische stof. Normaliter vindt deze omrekening alleen plaats wanneer de gehalten zijn gemeten in het totale monster (V&W 1989), maar op organische microverontreinigingen gemeten in de fractie <63 µm is zij ook goed toepasbaar (Kerdijk 1992). In formule:

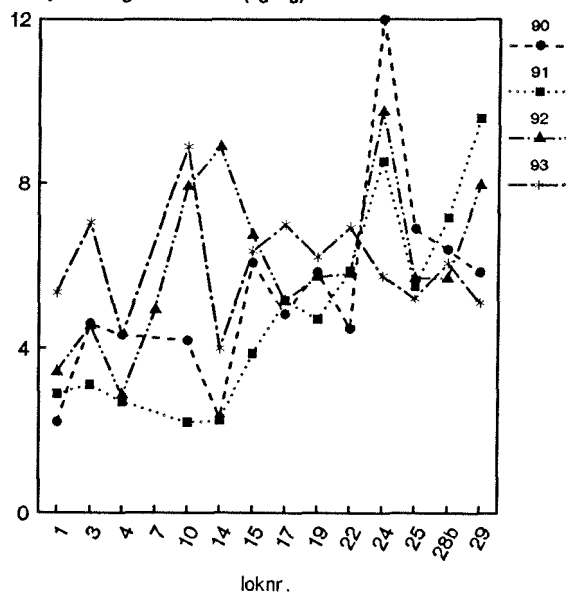
$$PCB_{st} = 10 * PCB_g / orgst \quad (4.7)$$

waarin:

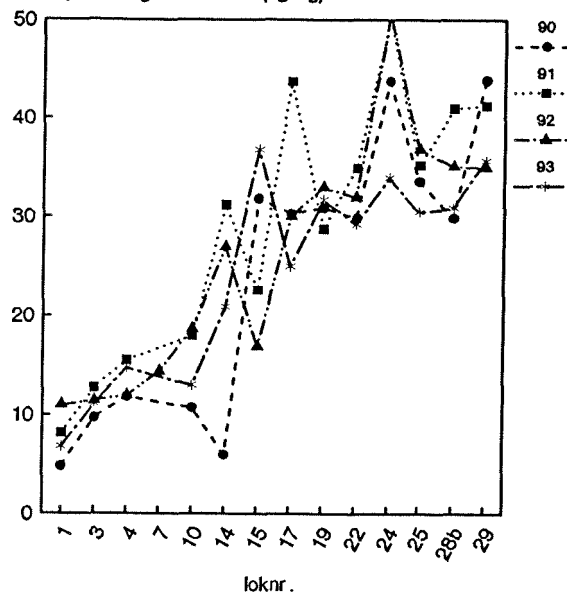
PCB_{st} is gehalte van PCB gecorrigeerd voor standaardbodem samenstelling (µg/kg)
 PCB_g is gehalte van PCB gemeten in de fractie <63 µm (µg/kg)
 orgst is organische stof gemeten in de fractie <63 µm (%)

Het resultaat van de genormeerde gehalten is voor PCB28, 138, 180 en de som van 7 PCBs weergegeven in Figuur 4.6. Het gehalte van PCB28 bij 10% organische stof is redelijk constant over het bemonsterde traject. De overige PCBs, ook de niet in Figuur 4.6 getoonde, nemen af in de richting van de Noordzee. Het verschil in concentratie tussen de eindpunten (lokatie 29 en 1) is ongeveer een factor 3 tot 4.

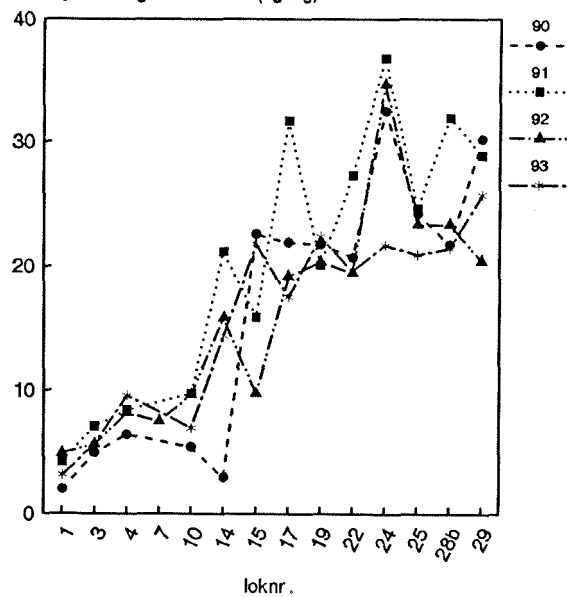
PCB28 bij 10% organische stof (ug/kg)



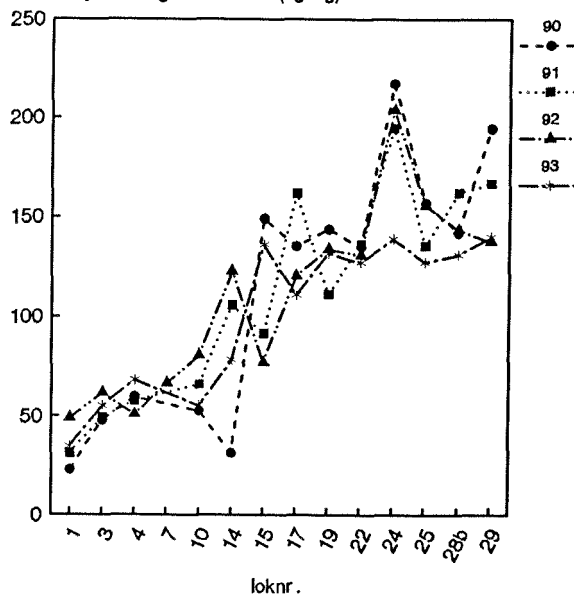
PCB138 bij 10% organische stof (ug/kg)



PCB180 bij 10% organische stof (ug/kg)



som7PCB bij 10% organische stof (ug/kg)



Figuur 4.6 Verloop van de genormeerde gehalten van enkele PCBs, gemeten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$, in de jaren '90 t/m '93.

4.6 Concentraties van organochloorbestrijdingsmiddelen (OCBs)

De monsters zijn op 18 verschillende OCB-verbindingen onderzocht (zie hoofdstuk 3). Van de DDT-derivaten is pp-DDD niet bepaald, omdat de piek van deze verbinding in het gaschromatogram samenvalt met de piek van een van de interne standaarden, te weten PCB143. De concentraties van OCBs zijn vermeld in Tabel 4.5. In de tabel worden c-HCH en a-endosulfan niet genoemd. c-HCH kon vanwege afwijkingen in de blancobepalingen niet met de gewenste nauwkeurigheid worden bepaald. Het gehalte van a-endosulfan lag in alle monsters beneden de bepalingsgrens van 0.1 µg/kg en is om die reden uit de tabel weggelaten.

In de zandige monsters liggen de gehalten van OCBs in het totale monster veelal beneden de bepalingsgrens. In de fractie <63 µm van sediment van de lokaties 1 t/m 14 liggen de concentraties van alle OCB-verbindingen beneden 1 µg/kg. Op de stroomopwaarts gelegen punten komen sommige verbindingen in hogere concentraties voor. Voor vrijwel alle verbindingen geldt dat de concentraties afnemen in de richting van de Noordzee. Gecorrigeerd voor standaardbodemsamenstelling (gehalten bij 10% organische stof; formule analoog aan vergelijking 4.7, paragraaf 4.5) is in geen van de monsters een verbinding aangetroffen met een concentratie hoger dan 10 µg/kg.

Tabel 4.5 Concentraties organochloorbestrijdingsmiddelen (OCBs) (gehalten in µg/kg)

nr. IB/WL	nr.en lokatie	naam %	orgst %	HCBu	QCB	HCB	a- HCH	b- HCH	al drin	diel drin	en drin	hepo	hepta Cl	op. DDE	pp. DDE	op. DDD	op. DDT	pp. DDT	o-Cl styr
Gehaltes in het totale monster:																			
GO407	1	Sl.Hom	0.66	<.1	<.1	0.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	0.1	<.1	<.1	<.1
GO409	4	Tern	0.36	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	<.1	0.1	<.1	<.1	<.1
GO414	17	D Zand	1.26	<.1	<.1	<.1	<.1	0.2	0.4	0.2	0.4	<.1	0.1	0.2	0.6	0.4	<.1	<.1	<.1
GO415	19	Z/B sl	8.40	<.1	<.1	0.8	0.2	2.3	1.4	1.6	0.3	0.1	0.8	1.2	5.0	1.6	<.1	0.3	<.1
GO418	25	B/C sl	8.43	0.3	0.2	1.0	0.2	2.5	1.6	1.5	0.8	0.1	0.8	1.1	5.0	1.9	<.1	0.5	<.1
GO419	28b	K sl m	8.81	0.4	0.3	1.1	0.2	2.6	1.7	1.9	0.4	0.3	0.8	1.4	5.7	2.2	<.1	1.7	0.2
Gehaltes in de fractie < 63 micron:																			
GO421	1	Sl.Hom	3.04	0.4	0.1	0.2	<.1	0.1	0.2	0.2	<.1	<.1	0.3	<.1	0.4	0.2	<.1	<.1	<.1
GO422	3	D Bors	3.44	0.2	0.2	0.4	<.1	0.3	0.4	0.2	0.2	<.1	0.4	0.2	0.6	0.4	0.2	0.1	<.1
GO423	4	Tern	4.92	0.2	0.2	0.4	0.1	0.5	0.5	0.4	<.1	<.1	0.3	0.1	1.3	0.6	0.2	0.2	<.1
GO424	7	D Hans	3.34																
GO425	10	P Valk	3.08	<.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.5	<.1	<.1	0.4	0.2	0.5	0.6	0.1	0.1	<.1
GO426	14	D Valk	4.00	0.2	0.1	0.2	0.1	0.5	0.3	0.5	0.3	<.1	0.2	0.3	0.9	0.8	0.1	0.2	<.1
GO427	15	D Bath	5.92	0.2	0.4	0.8	0.1	1.5	0.9	0.6	0.6	0.2	1.2	1.0	3.4	2.7	0.1	1.8	0.2
GO428	17	D Zand	5.46	0.2	0.3	0.9	0.1	0.9	1.0	0.8	0.3	0.1	0.7	0.6	2.6	1.0	0.2	3.2	0.2
GO429	19	Z/B sl	8.32	0.4	0.7	1.0	0.1	2.2	1.4	1.5	0.3	0.2	0.9	1.0	5.4	1.7	0.2	0.4	0.2
GO430	22	D Fred	6.40	0.3	0.4	0.9	0.1	1.5	1.2	0.9	0.1	0.1	0.8	0.6	3.5	1.1	0.1	0.2	0.2
GO431	24	D Lill	6.83				0.1	1.7		1.2	0.3	0.2		0.8	3.3	1.3	0.2	1.0	
GO432	25	B/C sl	8.41	0.5	0.4	0.9	0.1	2.8	1.6	1.4	0.3	0.2	0.8	1.0	5.4	1.6	0.2	0.3	0.3
GO433	28b	K sl m	8.84	0.5	0.5	1.1	0.2	3.3	1.8	2.1	0.3	0.3	1.0	1.3	6.2	2.0	0.2	0.7	0.3
GO434	29	D Kran	7.02	0.5	0.3	1.1	0.1	2.3	1.2	1.3	0.3	0.3	0.9	1.1	4.4	2.0	0.2	0.5	0.2

4.7 Concentraties van minerale olie en EOX

De resultaten van de analyses van de monsters op minerale olie en extraheerbaar organisch halogeen (EOX) zijn gegeven in Tabel 4.6. De concentraties van olie en EOX in de fractie <63 µm nemen af in zeewaartse richting.

Tabel 4.6 Concentraties minerale olie en EOX (gehalten in mg/kg).

nr. IB/wl.	nr. lok	omschr.	orgst %	min. olie	EOX
Gehaltes in het totale monster:					
GO 407	1	Sl.Hom	0.66	20	<.1
GO 409	4	Tern	0.36	10	<.1
GO 414	17	D Zand	1.26	100	<.1
GO 415	19	Z/B sl	8.40	1450	2
GO 418	25	B/C sl	8.43	1580	3
GO 419	28b	K sl m	8.81	1620	3
Gehaltes in de fractie < 63 µm:					
GO 421	1	Sl.Hom	3.04	120	0.5
GO 422	3	D Bors	3.44	150	0.9
GO 423	4	Tern	4.92	320	1
GO 424	7	D Hans	3.34		
GO 425	10	P Valk	3.08	350	1
GO 426	14	D Valk	4.00	290	1
GO 427	15	D Bath	5.92	880	2
GO 428	17	D Zand	5.46	850	2
GO 429	19	Z/B sl	8.32	940	2
GO 430	22	D Fred	6.40	1060	2
GO 431	24	D Lill	6.83	1230	3
GO 432	25	B/C sl	8.41	1650	4
GO 433	28b	K sl m	8.84	1310	3
GO 434	29	D Kran	7.02	1350	3

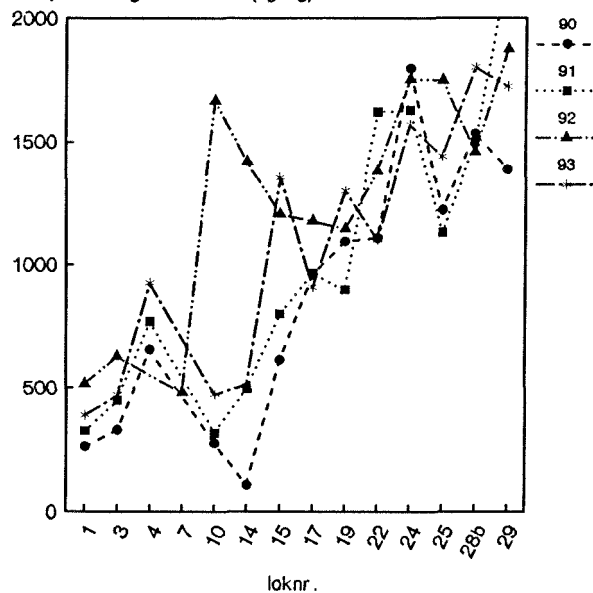
4.8 Concentraties van polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs)

De concentraties van de PAKs zijn vermeld in Tabel 4.7. In het totale monster van de lokaties 19 en 25 waren de pieken aan het begin van het chromatogram niet scherp en moeilijk interpreteerbaar. In de tabel is dit voor de betreffende componenten aangegeven met nd (niet detecteerbaar). In het totale monster van de zandige monsters lagen de concentraties van de meeste PAK-verbindingen beneden de bepalingsgrens. Evenals voor de meeste reeds besproken elementen en verbindingen nemen de PAK-gehalten in de fractie < 63 µm af in zeewaartse richting. Deze formulering is ook geldig indien de PAK-gehalten worden gecorrigeerd voor standaardbodemsamenstelling (gehalten bij 10% organische stof), zoals uit Figuur 4.8 valt af te lezen. Op lokatie 4 ter hoogte van Terneuzen en lokatie 15 nabij de drempel van Bath zijn de concentraties van de PAKs relatief hoog.

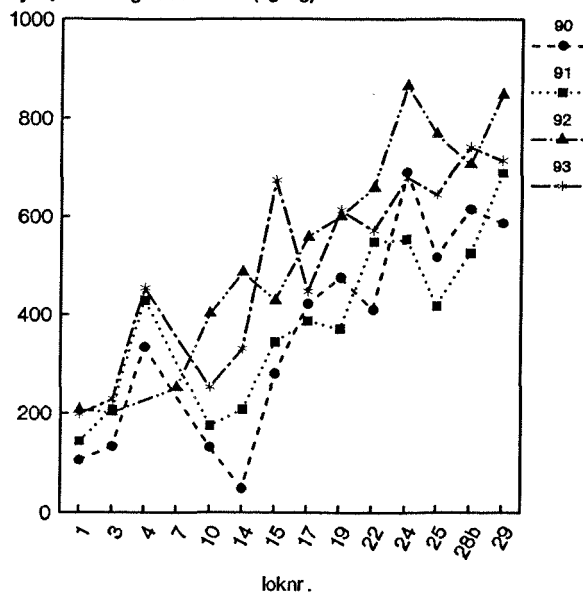
Tabel 4.7 Concentraties aan PAKs (gehalten in µg/kg)

nr. IB/wl.	nr./naam lokatie	orgst %	AceN	Ace- Ntyl	Naf	Flu	Fen	Ant	FluA	Pyr	BaA	Chry	BbF	BkF	BaP	BgP	IndP	som6 PAK
Gehaltes in het totale monster:																		
GO407	1 Sl.Hom	0.66	nd	<10	<10	<10	<10	<10	21	15	<10	11	17	<10	<10	16	14	
GO409	4 Tern	0.36	71	<10	<10	<10	<10	<10	<10	11	<10	9	12	<10	<10	13	11	
GO414	17 D Zand	1.26	147	22		16	40	<10	<10	34	33	39	82	33	45	74	65	
GO415	19 Z/B sl	8.40	188	45	nd	nd	nd	nd	nd	nd	393	454	867	330	455	684	618	
GO418	25 B/C sl	8.43	125	34	nd	nd	nd	nd	nd	nd	425	497	912	348	415	712	611	
GO419	28bK sl m	8.81	109	19	52	53	379	93	1456	1248	574	626	956	362	488	680	544	4486
Gehaltes in de fractie < 63 micron.																		
GO421	1 Sl.Hom	3.04	20	<10	11	5	52	8	118	85	52	60	135	45	45	103	95	541
GO422	3 D Bors	3.44	42	<10	29	11	85	18	161	122	74	78	194	65	78	139	126	763
GO423	4 Tern	4.92	77	<10	76	25	173	33	455	360	211	223	341	137	136	300	253	1622
GO424	7 D Hans	3.34																
GO425	10 P Valk	3.08	66	<10	46	16	109	18	146	111	66	78	185	71	75	140	136	754
GO426	14 D Valk	4.00	74	<10	89	24	121	22	205	190	105	132	263	108	75	200	191	1042
GO427	15 D Bath	5.92	166	<10	110	95	635	161	802	555	397	399	738	277	413	626	571	3428
GO428	17 D Zand	5.46	82	<10	75	31	179	38	495	420	228	244	488	173	222	324	270	1973
GO429	19 Z/B sl	8.32	176	<10	95	53	360	89	1082	922	474	510	913	334	461	656	592	4038
GO430	22 D Fred	6.40	103	<10	77	36	241	58	704	615	318	366	671	238	322	470	400	2805
GO431	24 D Lill	6.83	130	12	114	37	314	66	1071	927	421	464	765	279	337	559	485	3497
GO432	25 B/C sl	8.41	149	14	78	68	345	89	1211	1022	506	542	944	340	468	685	590	4238
GO433	28bK sl m	8.84	193	10	88	99	412	95	1591	1416	625	656	1087	393	510	779	663	5023
GO434	29 D Kran	7.02	227	43	96	79	290	76	1209	1132	472	501	894	343	356	623	552	3979
som6PAK = FluA+BbF+BkF+BaP+BgP+IndP nd = niet detecteerbaar																		

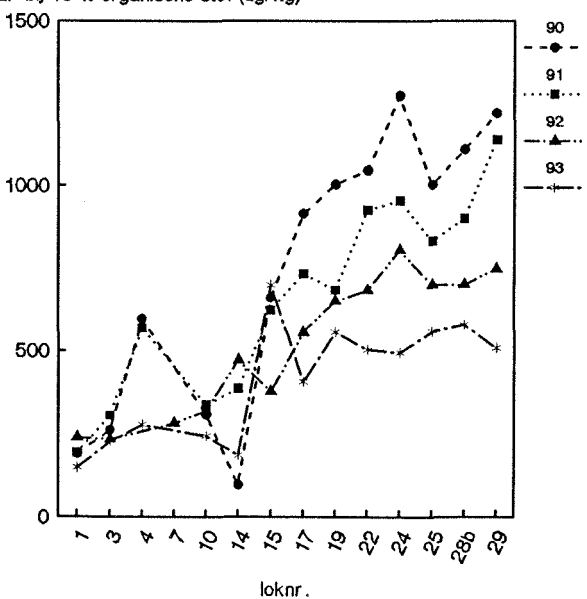
FluA bij 10 % organische stof (ug/kg)



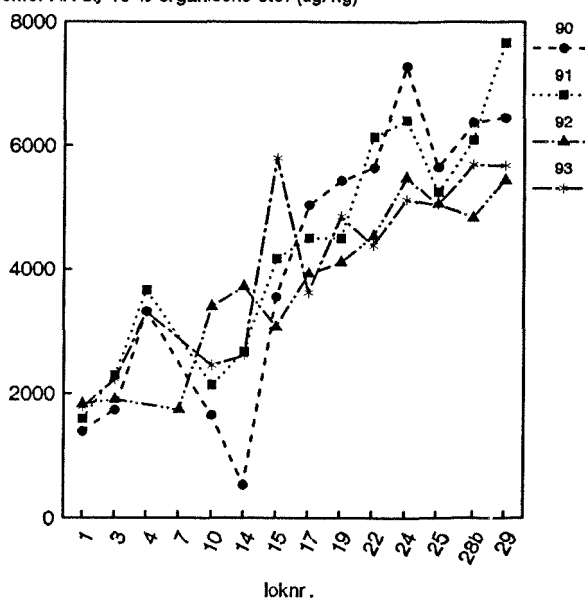
Chry bij 10 % organische stof (ug/kg)



BaP bij 10 % organische stof (ug/kg)



som6PAK bij 10 % organische stof (ug/kg)



Figuur 4.7 Verloop van de genormeerde concentraties van enkele PAKs, gemeten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$, in de jaren '90 t/m '93.

5 Ontwikkeling kwaliteit waterbodem in de jaren '90 t/m '93

Gelijksoortige inventarisaties naar de chemische kwaliteit van de waterbodem in de Zeeschelde en Westerschelde als in 1993, zijn gehouden in de jaren '90, '91 en '92 (WL 1991, 1992). De bemonsteringen hadden toentertijd evenals in 1993 plaats in januari en/of februari. Een vergelijking van de verontreinigingssituatie in de verschillende jaren gebeurt voor de metalen aan de hand van de metaal/aluminium verhouding in de fractie $< 63 \mu\text{m}$. Bij de organische microverontreinigingen wordt gebruik gemaakt van de naar een standaardbodem met 10% organische stof omgerekende gehalten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$.

In Figuur 4.4 en 4.5 zijn de metaal/aluminium verhoudingen in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ in de jaren '90, '92 en '93 weergegeven. In 1991 zijn de monsters niet op aluminium onderzocht, zodat gegevens van dat jaar ontbreken. Ten aanzien van de meeste metalen is het algemene beeld dat de concentraties in de loop der tijd weinig wijzigingen hebben ondergaan. Alleen voor nikkel waren de gehalten over de hele linie in 1990 hoger dan in '92 en '93, terwijl het gehalte van kwik in de Zeeschelde sinds 1990 is gedaald. Daarnaast komen lokaal verschillen voor tussen de verschillende jaargangen. Genoemd kunnen worden de daling van vrijwel alle metalen in sediment van lokatie 24, de drempel van Frederik, sinds 1992, de toename in gehalten van koper en lood sinds respectievelijk 1992 en 1990 nabij de drempel van Krankeloon (lokatie 29) en het hoge koper gehalte in 1993 ten opzichte van voorgaande jaren op lokatie 7, de drempel van Hansweert.

In Figuur 4.6 zijn voor enkele PCBs, gemeten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$, de genormeerde gehalten weergegeven. Voor de meeste PCBs is op de meeste locaties de verontreinigingsgraad in de verschillende jaren vrij constant. Evenals voor de metalen zijn de PCBs op lokatie 24 in 1993 lager dan in de jaren daarvoor. Ten aanzien van PCB28 is de situatie onoverzichtelijk.

De genormeerde PAK-concentraties in de jaren '90 t/m '93 zijn gegeven in Figuur 4.7. Het meest opvallend is dat in de Zeeschelde het gehalte van benz(a)pyreen (BaP) continu is gedaald. In veel mindere mate is dit het geval voor BbF (niet in de figuur aangegeven). Daarentegen is het gehalte van chryseen in '92 en '93 hoger dan in de twee voorgaande jaren. Lokaal gezien is de situatie ter hoogte van Terneuzen aanzienlijk verbeterd sinds 1992, zoals ook in de voorgaande paragraaf is vastgesteld. De gehalten waren in 1992 dermate hoog dat ze niet zijn ingetekend in de figuur.

Wat betreft de OCBs is een vergelijking tussen de verschillende jaren moeilijk te geven, vanwege de geringe betrouwbaarheid van de analyseresultaten, die doorgaans niet of nauwelijks boven de bepalingsgrens liggen. Hiervoor wordt verwezen naar Tabel 3.1 in paragraaf 3.2.

6 Referenties

Kerdijk (1990).

Chemical characterisation of dredged material. In: Proceedings of the International seminar on the environmental aspects of dredging activities (Alzieu C. and B. Gallenne, eds.) pp. 101-114.

Kerdijk H.N. (1992).

Normering van mariene sedimenten: vertaling van de concentraties gemeten in de fractie $< 63 \mu\text{m}$ naar gehalten voor een standaardbodem. Waterloopkundig Laboratorium, verslag T537.10.

Salomons W. en H.N. Kerdijk (1981).

Inventarisatie en geochemisch gedrag van metalen in de Schelde en Westerschelde. Waterloopkundig Laboratorium, verslag M1640/M1737.

v&w (1989).

Derde Nota Waterhuishouding. Tweede Kamer vergaderstukken 1988-1989, 21250, 1-2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat.

WL (1991).

Belasting waterbodem Westerschelde met microverontreinigingen in 1990 en 1992. Verslag T877.

WL (1992).

Microverontreinigingen in de waterbodem van de Zeeschelde en Westerschelde. Analyse-rapport T982.